

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①0 DE 42 06 792 A 1  
WITH ABSTRACT

②1 Aktenzeichen: P 42 06 792.8  
②2 Anmeldetag: 4. 3. 92  
④3 Offenlegungstag: 9. 9. 93

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 02 B 26/00  
H 01 L 41/04  
G 12 B 3/00  
B 23 K 26/06  
// H05B 3/20

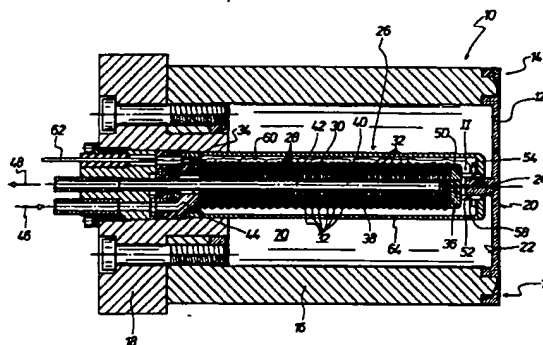
DE 42 06 792 A 1

⑦1 Anmelder:  
Diehl GmbH & Co, 90478 Nürnberg, DE

⑦2 Erfinder:  
Brill, Michael, 8520 Erlangen, DE

⑤4 Deformierbarer Spiegel

⑤7 Es wird ein deformierbarer Spiegel (10) mit einer Spiegelplatte (12) beschrieben, von deren Rückenfläche (22) mindestens ein Zapfen (24) zur Befestigung eines zugehörigen Aktuators (26) wegsteht, der mit einem Befestigungsorgan (36) ausgebildet ist. Der/jeder Aktuator (26) ist zur wünschenswerten Wölbung der Spiegelplatte (12) vorgesehen. Um den/jeden Aktuator (26) problemlos auswechseln zu können, wird vorgeschlagen, daß am Befestigungsorgan (54) des entsprechenden Aktuators (26) ein Befestigungselement aus einer Formgedächtnislegierung vorgesehen ist.



DE 42 06 792 A 1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 4206792 A1

TITLE: Deformable mirror e.g. for focussing laser beam - has fixing collar of shape-memory alloy, attached by radial forces at one temp. and released at other temp.

PUBN-DATE: September 9, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BRILL, MICHAEL	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
DIEHL GMBH & CO	DE

APPL-NO: DE04206792

APPL-DATE: March 4, 1992

PRIORITY-DATA: DE04206792A ( March 4, 1992)

INT-CL (IPC): B23K026/06, G02B026/00 , G12B003/00 , H01L041/04

EUR-CL (EPC): G02B026/08 US-CL-CURRENT: 359/846

ABSTRACT:

The deformable mirror consists of a mirror plate (12) with a boss (24) on its rear surface to attach it to an actuator (28) which applies a force to the mirror, changing the focus of a laser beam impinging on the mirror. The actuator contains a number of piezoelectric elements (28) connected in parallel. Liquid nitrogen coolant enters and leaves the device by channels (46,48). The mirror (24) is fixed to the actuator by a fixing collar (54). This is made from a Nickel Titanium alloy (NiTi) which undergoes a change in crystalline structure from austenitic to martensitic with temperature. With a change in temperature, the dimension of the collar switches from diameter D1 to D2. To release the mirror for exchange, liquid nitrogen coolant is supplied to reduce the temperature of the collar to -150 deg.C. To fix the replacement device, a heating current is applied to heater (58) to raise the collar temperature to 150 deg. C. The collar switches state (constrained recovery) to shrink in place, holding the mirror firmly.

ADVANTAGE - Simplified exchange of actuator.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen deformierbaren Spiegel gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein derartiger Spiegel ist aus der US-PS 46 79 915 bekannt. Er dient der gezielten Beeinflussung der Fokussierung eines Hochenergie-Laserstrahles, wobei bei diesem bekannten Spiegel die Befestigung der Aktuatoren an dem entsprechenden, von der Rückenfläche des Spiegels wegstehenden Zapfen mittels eines geeigneten Klebers erfolgt.

In der GB-A 21 62 713 ist ein deformierbarer Spiegel offenbart, der zur Verfolgung eines Zielobjektes vorgesehen ist, und der zu diesem Zweck mittels einer geeigneten Regeleinrichtung fein einstellbar ist.

Ein deformierbarer Spiegel, bei dem die Befestigungsorgane der Aktuatoren mit von der Rückenfläche der Spiegelplatte wegstehenden Zapfen verschraubt sind, ist aus der DE-OS 35 02 024 bekannt.

Eine Einrichtung zur Strahlführung bei einer Laser-Werkstückbearbeitung ist in der DE-OS 39 16 264 beschrieben.

Bei allen diesen deformierbaren Spiegeln kann es sich um sogenannte einkanalige deformierbare Spiegel handeln, bei denen lediglich das Zentrum der Spiegelplatte und folglich das Zentrum der Spiegelfläche infolge einer entsprechenden Längenänderung des mit der Spiegelplatte verbundenen Aktuators zur Fokusbeeinflussung durch Strahlaufweitung mehr oder weniger stark ausgewölbt wird. Selbstverständlich kann es sich bei einem solchen deformierbaren Spiegel auch um einen mehr- bzw. vielkanaligen deformierbaren Spiegel handeln, bei welchem verschiedene Bereiche der Spiegelfläche wunschgemäß unterschiedlich deformiert werden, um über den Querschnitt des am Spiegel reflektierten Strahles, insbesondere Laserstrahles, infolge Überlagerung unterschiedlicher Laufzeiteffekte im Wirkungsort bestimmte Energieverteilungen hervorzurufen. Im zuletzt genannten Falle können die unterschiedlichen Deformationsorte eine Kennung durch eine der Auslenk-Information überlagerte Dither-Frequenz erfahren, in dem mit dem entsprechenden Aktuator ein Modulator in Serie geschaltet ist, wie in der oben erwähnten US-PS 46 79 915 beschrieben ist, oder indem im Strahlengang zusätzlich ein Modulierspiegel vorgesehen ist, wie in der DE-OS 38 08 150 offenbart wird.

Es hat sich gezeigt, daß bei derartigen deformierbaren Spiegeln der mindestens eine Aktuator insbesondere nach einer langen Verwendungsdauer einer Materialermüdung unterliegt, was bedeutet, daß der mindestens eine Aktuator im Extremfall ausgetauscht, d. h. durch einen ungebrauchten neuen Aktuator ersetzt werden muß. Das ist bei deformierbaren Spiegeln, bei denen das mindestens eine Befestigungsorgan mit dem zugehörigen, von der Rückenfläche der Spiegelplatte wegstehenden, Zapfen verklebt ist, nur mit erheblichem Aufwand möglich. Die selben Überlegungen gelten, wenn das/jedes Befestigungsorgan mit dem zugehörigen Zapfen verschraubt ist, wobei bei einer Schraubverbindung außerdem zu berücksichtigen ist, daß zur Realisierung einer zuverlässigen Schraubverbindung ein definiertes Anzugdrehmoment erforderlich ist, durch welches eine ungewollte Verformung der Spiegelplatte und somit der Spiegelfläche des deformierbaren Spiegels nicht zuverlässig zu vermeiden ist. Derartige Verformungen der Spiegelfläche müssen aufwendig beseitigt werden, was sich auf die Herstellungskosten eines solchen deformierbaren Spiegels nachteilig auswirkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen deformierbaren Spiegel der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welchem der Austausch des mindestens einen Aktuators einfach, problemlos und zeitsparend möglich und der Spiegel folglich leicht zu einer universell einsetzbaren funktionstüchtigen Einheit komplettierbar aber ebenso leicht auch wieder demontierbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Spiegel der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teiles des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen deformierbaren Spiegels sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Durch die Ausbildung des/jedes Befestigungselementes aus einer geeigneten Formgedächtnislegierung, die bei normaler Betriebstemperatur das Befestigungsorgan am zugehörigen, von der Rückenfläche der Spiegelplatte wegstehenden Zapfen durch radial wirkende Druckkraft fixiert bzw. bei einer unter der normalen Betriebstemperatur liegenden zweiten Temperatur die besagte Fixierung aufhebt und bei einer über der normalen Betriebstemperatur liegenden dritten Temperatur die besagte Fixierung wieder bewirkt, ist es durch entsprechende Temperatureinwirkung auf das besagte Befestigungselement auf einfache Weise möglich, die mechanische Verbindung zwischen Zapfen und zugehörigem Befestigungsorgan zu lösen, um z. B. einen materialermüdeten Aktuator durch einen ungebrauchten neuen Aktuator zu ersetzen, ohne daß hierbei eine Beschädigung der Spiegelplatte zu befürchten ist.

Als zweckmäßig hat es sich hierbei erwiesen, wenn das/jedes Befestigungselement als offener Ring bzw. als offene Kammer aus einer geeigneten Formgedächtnislegierung ausgebildet ist. Derartige Formgedächtnislegierungen sind: beispielsweise in der DE-Z "Magazin neue Wirkstoffe" 1/87, Seiten 20 bis 22, in der Zeitschrift "JEE", February 1984, Seiten 96 ff oder in der Firmenzeitschrift der Firma G. Rau GmbH & Co. "Gedächtnis-Effekt und technisch anwendbare Legierungen" beschrieben, so daß es entbehrlich ist, hierauf detaillierter einzugehen. Die besagten Formgedächtnislegierungen ergeben aufgrund einer thermoelastischen Gefügeumwandlung zwischen austenitischem und martensitischem Gefüge nach einer entsprechenden mechanischen Behandlung eine entsprechende temperaturabhängige Gestaltsänderung. Durch eine entsprechende Temperaturänderung kann folglich zwischen zwei unterschiedlichen Formzuständen des entsprechenden Befestigungselementes hin- und hergeschaltet werden. Zur mechanischen Fixierung des Befestigungsorgans am zugehörigen Zapfen der Spiegelplatte wird hierbei das sogenannte unterdrückte Formgedächtnis (constrained recovery) ausgenutzt. Wird eine im martensitischen Zustand verformte Befestigungselement daran gehindert, bei einer Erwärmung über die sogenannte Austenit-Starttemperatur in ihre ursprüngliche Gestalt zurückzu-kehren, so spricht man von dem oben erwähnten unterdrückten Formgedächtnis. Insbesondere bei einem Befestigungselement aus einer NiTi-Legierung hat sich hierbei gezeigt, daß durch das besagte unterdrückte Formgedächtnis eine erhebliche Fixierkraft erzeugt werden kann.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen deformierbaren Spiegels. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch einen sogenannten einka-

naligen deformierbaren Spiegel,

Fig. 2 das Detail II in Fig. 1 halbseitig geschnitten, wobei der Aktuator abschnittsweise gezeichnet ist und auf die Darstellung des von der Rückenfläche der Spiegelplatte wegstehenden Zapfens und auf die Darstellung der Hülse des Aktuators verzichtet worden ist,

Fig. 3 eine Ansicht des Befestigungsorganes und des Befestigungselementes in Blickrichtung des Pfeiles III gem. Fig. 2 von unten,

Fig. 4 eine Diagrammdarstellung der Abhängigkeit des Durchmessers des Befestigungselementes aus einer geeigneten Formgedächtnislegierung in Abhängigkeit von der Temperatur T der Formgedächtnislegierung,

Fig. 5 eine Seitenansicht der Hülse eines Aktuators, wobei eine die Hülse umgebende Umhüllung nur abschnittsweise angedeutet ist,

Fig. 6 einen Schnitt entlang der Schnittlinie VI-VI in Fig. 5,

Fig. 7 einen Schnitt entlang der Schnittlinie VII-VII in Fig. 5, und

Fig. 8 einen Längsschnitt durch die Hülse gem. Fig. 5, wobei die die Hülse abdichtend umgebende Umhüllung wiederum nur abschnittsweise gezeichnet ist.

Fig. 1 zeigt in einem Längsschnitt einen deformierbaren Spiegel 10 mit einer Spiegelplatte 12, die mit ihrem Umfangsrand 14 an einem Gehäuse 16 festgelegt ist. Das Gehäuse 16 ist auf der von der Spiegelplatte 12 entfernten Seite mittels eines Deckels 18 verschlossen.

Die Spiegelplatte 12 ist auf ihrer von der stirnseitigen Spiegelfläche 20 abgewandten Rückenfläche 22 mit mindestens einem Zapfen 24 ausgebildet, der von der Rückenfläche 22 der Spiegelplatte 12 einstückig wegsteht.

Im Gehäuse 16 ist mindestens ein Aktuator 26 vorgesehen, der mit der Spiegelplatte 12 wirkverbunden ist, um die Spiegelplatte 12 wunschgemäß zu verwölben und auf diese Weise eine Strahlbeeinflussung des an der Spiegelfläche 20 reflektierten Strahles, insbes. Laserstrahles, zu bewerkstelligen. Der/jeder Aktuator 26 weist eine Vielzahl ringförmiger Piezoelemente auf, die zu einer Säule 30 übereinandergestapelt und elektrisch parallel geschaltet sind, was durch die Bögen 32 schematisch angedeutet ist. Wird an die Piezoelemente 28 eine entsprechende elektrische Spannung angelegt, so ergibt sich eine entsprechende Dickenänderung der Piezoelemente 28 und somit eine Änderung der axialen Abmessung der Säule 30, die zwischen einem Widerlagerelement 34 des Deckels 18 und einem an den Zapfen 24 formmäßig angepaßten Befestigungsorgan 36 angeordnet ist.

Durch die ringförmigen Piezoelemente 28 wird zwischen dem Widerlagerelement 34 und dem Befestigungsorgan 36 ein zentraler Hohlraum 38 festgelegt, in den ein zentrales Kühlrohr 40 hineinsteht, das sich durch das Widerlagerelement 34 und durch den Deckel 18 aus dem deformierbaren Spiegel 10 herauserstreckt. Durch das besagte zentrale Kühlrohr 40 wird ein Abflußkanal 42 für ein Kühlmedium gebildet. Das Widerlagerelement 34 ist außerdem mit einem Zuflußkanal 44 für das Kühlmedium ausgebildet, der in dem in Fig. 1 gezeichneten Ausführungsbeispiel des deformierbaren Spiegels 10 in den zentralen Hohlraum 38 einmündet. Durch den Zuflußkanal 44 kann in den zentralen Hohlraum 38 z. B. flüssiger Stickstoff eingeleitet werden, was in Fig. 1 durch den Pfeil 46 angedeutet ist. Das Kühlmedium füllt den zentralen Hohlraum 38 und strömt durch das zentrale Kühlrohr 40, d. h. durch den Abflußkanal 42 wieder aus dem deformierbaren Spiegel 10 aus, was in Fig. 1

durch den Pfeil 48 angedeutet ist. Sinn und Zweck des Kühlmediums wird weiter unten in Verbindung auch mit den Fig. 2, 3 und 4 beschrieben.

Das Befestigungsorgan 36 weist einen Boden 50 und einen vom Boden 50 einteilig wegstehenden geschlitzten Kragen 52 auf, wobei der Innendurchmesser des Kragens 52 an den Außendurchmesser des von der Rückenfläche 22 der Spiegelplatte 12 wegstehenden Zapfens 24 angepaßt ist. Auf der Außenseite des geschlitzten Kragens 52 ist ein Befestigungselement 54 angeordnet, das aus einer geeigneten Formgedächtnislegierung besteht und als offener Ring ausgebildet ist, wie aus Fig. 3 ersichtlich ist. Aus Fig. 3 ist auch der mit Schlitzten 56 ausgebildete Kragen 52 ersichtlich.

Die Wirkungsweise des als offener Ring bzw. als offene Klammer ausgebildeten Befestigungselementes 54 aus einer geeigneten Formgedächtnislegierung wird weiter unten in Verbindung mit Fig. 4 erläutert.

Fig. 1 und insbesondere Fig. 2 verdeutlichen die Ausbildung des Befestigungselementes 54 mit einer elektrischen Widerstandsheizung 58, die mit Anschlußleitungen 60 verbunden ist, wobei die Anschlußleitungen 60 — wie aus Fig. 1 zu erkennen ist — mit aus dem Deckel 18 vorstehenden Kontaktelementen 62 elektrisch leitend verbunden sind. Mit Hilfe der elektrischen Widerstandsheizung 58 ist es möglich, daß einseitig offene Befestigungselemente 54 auf eine über Raumtemperatur  $T_R$  liegende zweite Temperatur  $T_{2,1}$  bzw.  $T_{2,2}$  zu erhitzen (sh. Fig. 4).  $T_{2,1}$  bezeichnet die Temperatur, bei welcher das Metallgefüge der Formgedächtnislegierung des Befestigungselementes 54 austenitisch zu werden beginnt.  $T_{2,2}$  bezeichnet die Temperatur, bei welcher das gesamte Gefüge der Formgedächtnislegierung austenitisch ist.  $T_{3,1}$  bezeichnet in Fig. 4 eine unter der Raumtemperatur  $T_R$  liegende dritte Temperatur, bei welcher das Kristallgefüge der Formgedächtnislegierung des Befestigungselementes 54 beginnt martensitisch zu werden, und  $T_{3,2}$  bezeichnet die dritte Temperatur unter der Raumtemperatur  $T_R$ , bei welcher das gesamte Kristallgefüge der Formgedächtnislegierung des Befestigungselementes 54 martensitisch ist. Aus Fig. 4 wird deutlich, daß es durch die Einwirkung einer entsprechenden Temperatur T einfach möglich ist, den Durchmesser D des Befestigungselementes 54 zwischen einem Durchmesser  $D_1$  und einem im Vergleich hierzu kleineren Durchmesser  $D_2$  hin- und herzuschalten.

Um das Befestigungsorgan 36 (sh. Fig. 1), d. h. seinen geschlitzten Kragen 52 an dem von der Spiegelplatte 12 wegstehenden Zapfen 24 zu fixieren, wird das einseitig offene Befestigungselement 54, das bei Raumtemperatur  $T_R$  den Durchmesser  $D_1$  (sh. Fig. 4) aufweist, mit Hilfe der elektrischen Widerstandsheizung 58 auf die Temperatur  $T_{2,2}$  erhitzt, so daß sich der Durchmesser des Befestigungselementes 54 auf den Wert  $D_2$  reduziert. Für eine NiTi-Formgedächtnislegierung beträgt die Temperatur  $T_{2,2}$  ca.  $160^\circ\text{C}$ . Durch die kurzzeitige Erhitzung des Befestigungselementes 54 auf die Temperatur  $T_{2,2}$  ergibt sich also eine Verkleinerung des Durchmessers D des Befestigungselementes auf den Wert  $D_2$  bis die Abmessungs- bzw. Passungstoleranzen zwischen dem Zapfen 24 und dem geschlitzten Kragen 52 überbrückt bzw. eliminiert sind. Die Fixierung zwischen geschlitztem Kragen 52 des Befestigungsorganes 36 und dem Zapfen 24 mittels des Befestigungselementes 54 wird dabei durch Unterdrückung der Formänderung bewirkt. Bei einer Abkühlung des Befestigungselementes 54 von der Temperatur  $T_{2,2}$  auf Raumtemperatur  $T_R$ , d. h. bei einer Abkühlung auf die normale Be-

triebstemperatur des deformierbaren Spiegels 10 wird der reduzierte verkleinerte Durchmesser D2 aufrechterhalten und die durch diese Schrumpfung bedingte radiale Druckkraft vom Befestigungselement 54 auf den geschlitzten Kragen 52 und den Zapfen 24 übertragen, so daß das Befestigungsorgan 36 am Zapfen 24 fixiert ist.

Wenn ein Aktuator 26 durch einen ungebrauchten neuen Aktuator 26 ersetzt werden soll, wird das Befestigungselement 54 von Raumtemperatur  $T_R$  auf die Temperatur  $T_{3,1}$  (sh. Fig. 4) abgekühlt, die für eine NiTi-Gedächtnislegierung bei Größenordnungsmäßig minus 60°C liegt. Bei dieser Temperatur  $T_{3,1}$  beginnt die Gefügeumwandlung zum martensitischen Gefüge und die Aufhebung der Fixierungskraft zwischen dem Befestigungsorgan 36 und dem Zapfen 24. Wird das Befestigungselement 54 weiter auf die Temperatur  $T_{3,2}$  abgekühlt, die für die besagte NiTi-Gedächtnislegierung bei ca. -150°C liegt, so erfolgt eine Vergrößerung des Durchmessers des Befestigungselementes von D2 auf D1, d. h. eine vollständige Öffnung des Befestigungselementes 54 und eine Eliminierung der radial wirkenden Druckkraft vom Befestigungselement 54 über den geschlitzten Kragen 52 zum Zapfen 24, so daß der Aktuator 26 problemlos vom Zapfen 24 entfernt werden kann. Die Abkühlung des Befestigungselementes 54 auf die Temperatur  $T_{3,1}$  bzw.  $T_{3,2}$  erfolgt durch Einleiten flüssigen Stickstoffs (Pfeil 46 in Fig. 1) in den zentralen Hohlraum 38, wobei durch das Befestigungsorgan 36 eine entsprechende Kälteleitung zum Befestigungselement 54 erfolgt. Auf diese Weise wird gleichzeitig eine Beschädigung des Befestigungselementes 54 bzw. der an ihm vorgesehenen elektrischen Widerstandsheizung 58 durch Kälteschock vermieden.

Der/jeder Aktuator 26 ist mit einer Hülse 64 ausgebildet, welche die Säule 30 aus Piezoelementen 28 umgibt. Die Hülse 64 ist mit ihrem einen Endabschnitt am Widerlagerkörper 34 und mit ihrem zweiten Endabschnitt am Befestigungsorgan 36 festgelegt. Aus den Fig. 5 bis 8 ist zu ersehen, daß die Hülse 64 mit Querschlitzen 66 und 68 ausgebildet und auf diese Weise in ihrer axialen Abmessung entsprechend der jeweiligen axialen Abmessung der Säule 30 aus Piezoelementen 28 veränderbar ist. Die Querschlitze 66 und die Querschlitze 68 sind in Umfangsrichtung der Hülse 64 gegeneinander um 90 Winkelgrad versetzt. Um eine derartige, in ihrer axialen Abmessung veränderbare Hülse 64 abzudichten, ist sie von einer nachgiebigen dichten Umhüllung 68 bedeckt, die am ersten und zweiten Endabschnitt der Hülse 64 eng und abdichtend anliegt. Bei dieser Umhüllung 68 handelt es sich beispielsweise um einen handelsüblichen Schrumpfschlauch. Eine solche Hülse 64 mit Umhüllung 68 dient nicht nur zum Schutz der Säule 30 aus Piezoelementen 28 gegen mechanische Beschädigungen od. dgl., sondern auch dazu, den Aktuator 26 nach außen hin abzudichten und dadurch zuverlässig zu verhindern, daß Kühlmedium ungewollt aus dem Aktuator 26 in den durch das Gehäuse 16 und die Spiegelplatte 12 sowie den Deckel 18 umschlossenen Innenraum 70 des deformierbaren Spiegels 10 eindringt.

Fig. 2 zeigt ein am Befestigungselement 54 vorgesehenes Thermoelement 72, von dem Anschlußleitungen 74 weggehen, die wie die Anschlußleitungen 60 der elektrischen Widerstandsheizung 58 mit aus dem Deckel 18 vorstehenden, (nicht dargestellten) Anschlußleitungen ähnlich den Anschlußleitungen 62 verbunden sind. Das Thermoelement 72 dient zur Bestimmung der jeweiligen Temperatur T des Befestigungselementes 54

und somit zur Bestimmung des Dimensions-Zustandes desselben.

In den Figuren sind gleiche Einzelheiten jeweils mit den selben Bezugsziffern bezeichnet, so daß es sich erübrigt, in Verbindung mit den einzelnen Figuren alle Einzelheiten jeweils detailliert zu beschreiben.

#### Patentansprüche

1. Deformierbarer Spiegel mit einer Spiegelplatte (12), von deren Rückenfläche (22) mindestens ein Zapfen (24) zur Befestigung eines zugehörigen Aktuators (26) wegsteht, der mit einem an den Zapfen (24) formmäßig angepaßten Befestigungsorgan (36) ausgebildet zur wunschgemäßen Wölbung der Spiegelplatte (12) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß am Befestigungsorgan (36) des/jedes Aktuators (26) ein Befestigungselement (54) aus einer geeigneten Formgedächtnislegierung vorgesehen ist, wobei das Befestigungselement (54) bei normaler Betriebstemperatur ( $T_R$ ) das Befestigungsorgan (36) am zugehörigen Zapfen (24) durch radial wirkende Druckkraft fixiert bzw. bei einer zweiten Temperatur ( $T_{3,1}$ ;  $T_{3,2}$ ) unter der normalen Betriebstemperatur die besagte Fixierung aufgehoben und bei einer über der normalen Betriebstemperatur ( $T_R$ ) liegenden dritten Temperatur ( $T_{2,1}$ ;  $T_{2,2}$ ) die besagte Fixierung gegeben ist.
2. Spiegel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das/jedes Befestigungselement (54) ein offener Ring bzw. eine offene Klammer aus einer Zweiwegewirk-Formgedächtnislegierung ist.
3. Spiegel nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das/jedes Befestigungselement (54) aus einer NITI-Legierung besteht.
4. Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das/jedes Befestigungselement (54) zum Erhitzen auf die dritte Temperatur ( $T_{2,1}$ ;  $T_{2,2}$ ) mit einer elektrischen Widerstandsheizung (58) versehen ist.
5. Spiegel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandsheizung (58) als Heizfolie ausgebildet ist, die am Befestigungselement (54) flächig festgelegt ist.
6. Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der/jeder Aktuator (26) eine Anzahl Piezoelemente (28) aufweist, die zu einer Säule (30) übereinandergestapelt und elektrisch parallel geschaltet sind, wobei die Piezoelement-Säule (30) zwischen einem Widerlagerelement (34) und dem Befestigungsorgan (36) vorgesehen ist.
7. Spiegel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Widerlagerelement (34) mit einem Zufluß- und einen Abflußkanal (44, 42) für ein zum Abkühlen des Befestigungsorganes (54) auf eine die Fixierung aufhebende zweite Temperatur ( $T_{3,1}$ ;  $T_{3,2}$ ) vorgesehenes Kühlmedium ausgebildet ist.
8. Spiegel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Piezoelemente-Säule (30) von einer in ihrer Hülse (64) umgeben ist, die mit ihrem einen Endabschnitt am Widerlagerelement (34) und mit ihrem davon entfernten zweiten Endabschnitt am Befestigungsorgan (36) festgelegt ist.
9. Spiegel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (64) mit axial voneinander beabstandeten Querschlitzen (66, 67) ausgebildet ist, wobei benachbarte Querschlitze (66, 67) gegenein-

ander in Umfangsrichtung der Hülse (64) versetzt sind.

10. Spiegel nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (64) von einer nachgiebigen dichten Umhüllung (68) umgeben ist, die am ersten und zweiten Endabschnitt der Hülse (64) abdichtend anliegt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

